

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektrických strojů a přístrojů

Odpojovače VN – průzkum trhu
MV Disconnectors – market research

Prohlášení:

„Místopřísežně prohlašuji, že jsem předloženou bakalářskou práci vypracoval samostatně a uvedl jsem všechny materiály, ze kterých jsem čerpal.“

Poděkování:

Rád bych zde poděkoval Ing. Davidu Helštýnovi za rady a čas které mi věnoval při tvorbě této bakalářské práce.

V Ostravě dne:

.....

Jan Řeháček

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá průzkumem trhu pro odpojovače VN. Teoretická část je zaměřená na konstrukci, konstrukční prvky a materiály odpojovačů VN s principem funkce. Dále jsou zmíněni vybraní výrobci a dodavatelé odpojovačů VN, jejich výrobky uvedené na trh a technické parametry. V závěru jsou typové řady odpojovačů od různých výrobců porovnány na základě vybraných technických parametrů.

Klíčová slova

Odpojovač, jmenovité napětí, jmenovitý proud, jmenovitý dynamický proud, jmenovitý krátkodobý zkratový proud, izolační hladina

Abstract

This bachelor thesis deals with market research for MV disconnectors. The theoretical part is focused on the design, construction elements and materials with MV disconnectors principle function. There are mentioned selected manufacturers and suppliers of MV disconnectors, their products and technical parameters. In conclusion the type disconnector series from different manufacturers are compared on the basis of selected technical parameters.

Key words

Disconnector, rated voltage, rated normal current, rated peak withstand current, rated short-time withstand current, insulation level

Seznam použitých symbolů a značek:

U_r	Jmenovité napětí	V
I_r	Jmenovitý proud	A
I_k	Jmenovitý krátkodobý proud 1s (3s)	kA
I_p	Jmenovitý dynamický proud	kA
f_r	Jmenovitá frekvence	Hz

Obsah

1 Úvod.....	8
2 Teoretická část.....	8
2.1 Popis	8
2.2 Zapojení a použití.....	9
2.3 Materiál proudovodné dráhy	10
2.4 Izolátory	10
3 Výrobci a dodavatelé odpojovačů VN	11
3.1 IVEP a.s.....	11
3.1.1 Vnitřní odpojovače typu QAK (IVEP).....	11
3.1.1.1 Proudovodná dráha.....	12
3.1.1.2 Izolační podpěry	12
3.1.1.3 Základní rám s příslušenstvím.....	12
3.1.1.4 Mechanismus uzemňovacího nože	13
3.1.1.5 Elektromotorové pohony	13
3.1.1.6 Ovládací napětí.....	17
3.1.1.7 Základní podmínky použití.....	17
3.1.1.8 Technická data odpojovače řady QAK.....	17
3.1.2 Venkovní odpojovače typu KBE (IVEP)	18
3.1.2.1 Popis přístroje.....	18
3.1.2.2 Proudovodná dráha.....	18
3.1.2.3 Izolační podpěry	19
3.1.2.4 Základní rám s příslušenstvím.....	19
3.1.2.5 Mechanismus uzemňovacího nože	20
3.1.2.6 Systém pohonu	20
3.1.2.7 Základní podmínky použití.....	21
3.1.2.8 Technická data odpojovače řady KBE	21
3.2 ABB.....	22
3.2.1 Odpojovače typu OJON (ABB).....	22
3.2.1.1 Montáž.....	22
3.2.1.2 Proudovodná dráha.....	23
3.2.1.3 Základní podmínky použití.....	24

3.2.1.4 Technická data odpojovače řady OJON	24
4 Závěr.....	25
5 Použitá literatura.....	26

1 Úvod

Odpojovače se používají ve venkovních nebo vnitřních prostorách pro odpojení, případně zemnění částí nezatíženého elektrického vedení nebo zařízení z důvodu změn řazení připojení, údržby nebo revize.

V teoretické části je popsán princip činnosti, konstrukce a popis částí odpojovače VN.

Cílem tohoto průzkumu je vysvětlit obecný princip odpojovače VN, materiály použité na konstrukci a srovnání typových výrobků vybraných firem.

2 Teoretická část

2.1 Popis

Odpojovače se konstruují obvykle jako jednopólové nebo trojpólové jednotky, dle požadavků mohou být až šestipólové jednotky, které se mohou dále spřahovat do větších celků, například 18-pólový uzemňovač firmy IVEP a.s. V zapnutém stavu musí odpojovače snést tepelné a dynamické namáhání, způsobené průchodem zkratových proudů. Po odeznění těchto proudů je nutné, aby byl odpojovač dále provozuschopný.

Pohon uzemňovače musí být vázán na odpojovač tak, aby nebylo možné zapnout uzemňovací kontakty, dokud je odpojovač zapojen v zapnutém obvodu. Tohoto blokování bývá u některých typů zajištěno tak že pohyblivý kontakt odpojovače, je v krajní poloze označované jako vypnuto zároveň kontaktem zemnicím. Takový odpojovač se označuje jako přepojovač. Obvyklejší a méně náročné na konstrukci i zastavěné místo je, když uzemňovač je samostatně umístěn s elektricky blokováním pohonem.

Ovládání odpojovačů je různé složitosti. Izolovaná tyč, kterou se ovládají například úsečníky montované přímo na AlFe lanech VN rozvodu 22kV je nejjednodušší možnost. Dokonalejší je ruční pákový pohon, kterým přes převodový mechanismus ovládají kontakty odpojovače. Dálkové ovládání se provádí elektrickým pohonem.

Odpojovač může za určitých podmínek použít k odpínání nebo zapínání malých proudů řádu jednotek ampér, za těchto okolností:

- Malé kapacitní a induktivní proudy
- Budící proudy transformátorů do 200kA
- Nabíjecí proudy vedení

Odpojovač je ovládán pohonem připevněným na rámu pod odpojovačem. Pohon může být ruční nebo motorový. Pohony jsou samostatné, ale motorový pohon je obvykle upraven pro možnost použití ručního pohonu k zajištění odpojení i při selhání motoru.

Odpojovač má dvě pracovní polohy zapnuto a vypnuto, které musejí být spolehlivě signalizovány tak aby se předešlo poruchám a úrazům vzniklých kvůli špatnému kontaktu nebo nedostatečné izolační vzdálenosti kdy kontakt plně nerozepne a zůstane v mezipoloze. [1]

Izolační hladina dle ČSN EN 62271-1				
jmenovité napětí	kV	12	25	38,5
jmenovité výdržné napětí při atmosférickém impulzu				
proti zemi, mezi póly	kV	75	125	180
v odpojovací dráze	kV	85	145	210
jmenovité jednominutové krátkodobé výdržné střídavé napětí průmyslového kmitočtu				
proti zemi, mezi póly	kV	28	50	80
v odpojovací dráze	kV	32	60	90

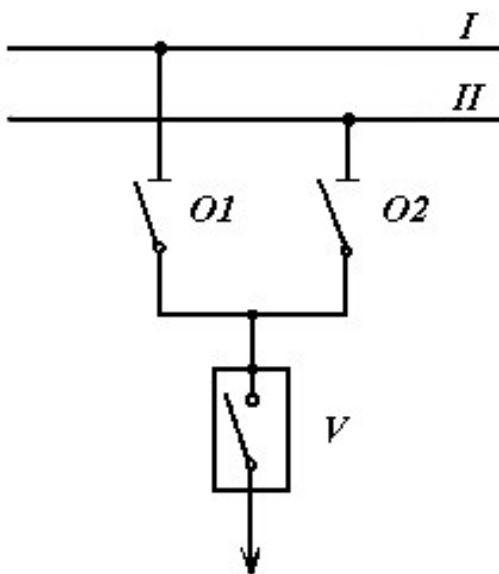
Tabulka 1. Napět'ové dimenzování odpojovačů VN

Z tabulky 1. je patrné, že při vzniku přepětí větší než izolační pevnost přístroje nesmí nastat přeskok k protějším kontaktu ale k zemi.

Toto lze jednoduše zajistit tak, aby mezi kontakty byla větší přímá vzdálenost, než vůči uzemněné konstrukci, což dosáhneme vhodným izolátorem.

2.2 Zapojení a použití

Odpojovače bez zemnicích kontaktů se nepoužívají primárně k zajištění bezpečí, ale pro levnější variantu k přepnutí odběru na jiný zdroj energie nebo vedení. Toto uspořádání zajišťuje spolehlivou dodávku elektrické energie pro spotřebič i v případě poruchy jednoho z vedení, nebo výpadku jednoho ze zdrojů.



I,II - přípojnice O1, O2 - odpojovače V - vypínač

Obr. 1 Schéma zapojení pro dvoupřípojnicové řešení rozvodu [1]

Na obrázku 1 je schéma zapojení s dvoupřípojnicovým rozvodem, které může sloužit jak pro zajištění chodu zařízení, tak i k distribuci elektrické energie v případě připojeného generátoru.

Důvod, proč se toto zapojení realizuje, je vysoká cena vypínače. Na obrázku 1 je zapojení pouze se dvěma přípojnici, počet přípojníc není omezen. Takto vypínač odepne procházející proud a odpojovačem napojíme požadovanou přípojnic, přičemž by nemělo dojít k současnému sepnutí více odpojovačů při tomto zapojení.

Odpojovače s uzemňovačem, označované také jako odpojovače vývodové, se po rozepnutí obvodu dodatečně zkratují a uzemní zařízení na něj připojené. Tím zvyšuje poskytovanou ochranu pracovníkům na zařízení.

2.3 Materiál proudovodné dráhy

Proudovodná dráha odpojovače je tvořena elektrovednou mědí (99,9% Cu) na povrchu postříbřenou.

Při teplotě pod 200 °C se na mědi vytvářejí vrstvy Cu₂O. Jejich tloušťka závisí na teplotě a pohybuje se od 10 do 100 nm. V rozmezí teplot 200 až 400 °C vzniká CuO. Při teplotách nad 400 °C vzniká opět Cu₂O. Elektrická konduktivita těchto vrstev je zvlášť malá. Měď reaguje také se sírou, která se vyskytuje v ovzduší. Přítomnost H₂S vede ke vzniku Černých vrstev sulfidu měďnatého CuS. Jejich elektrické vlastnosti jsou podobné vlastnostem oxidových vrstev. Velmi nepříznivá situace nastává při větších koncentracích SO₂ v ovzduší, jenž spolu s H₂O vytváří sulfáty, projevující se na povrchu kovu tlustší vrstvou zelené barvy (měděnka). Obsahuje-li ovzduší ve větší koncentraci chlor, vznikají na povrchu chloridové vrstvy.

Při teplotách pod 180 °C je výsledkem interakce kyslíku se stříbrem oxid stříbrný Ag₂O. Jeho tloušťka je malá, dosahuje asi 2 nm. Samotný Ag₂O je velmi měkký a nestálý. Při teplotách nad 180 °C se rozkládá na výchozí prvky. Tato vlastnost klade Ag z hlediska stykového odporu a hlavně jeho stálosti na první místo mezi kontaktními materiály. [2]

2.4 Izolátory

Izolátory slouží k mechanickému upevnění částí pod napětím k místům s jiným potenciálem. Pro výrobu izolátorů se především používá keramika, porcelán, ale také sklo. S rozšířením umělých hmot se v poslední době používají i izolátory na této bázi (epoxidové pryskyřice, silikonu, teflonu aj.).

Izolátory jsou dvou typů. Pro vnější a vnitřní použití. Rozdíl mezi těmito typy je ve tvaru izolátoru, nebo v povrchové úpravě. Nové typy izolátorů pro venkovní použití mají například povrch navíc potažený nesmáčivým materiálem, který zlepšuje jejich vlastnosti během deště a podmínek se zvýšenou vlhkostí.

Izolátory pro vnější použití jsou tvarovány do stříšek, aby nedošlo k omočení celého izolátoru vodou při dešti a tím vytvoření vodivé cesty.

Izolátory pro vnitřní použití jsou rovné nebo jednoduše profilovány pro prodloužení dráhy svodového proudu a udržení jeho nízkých hodnot i při silném znečištění.

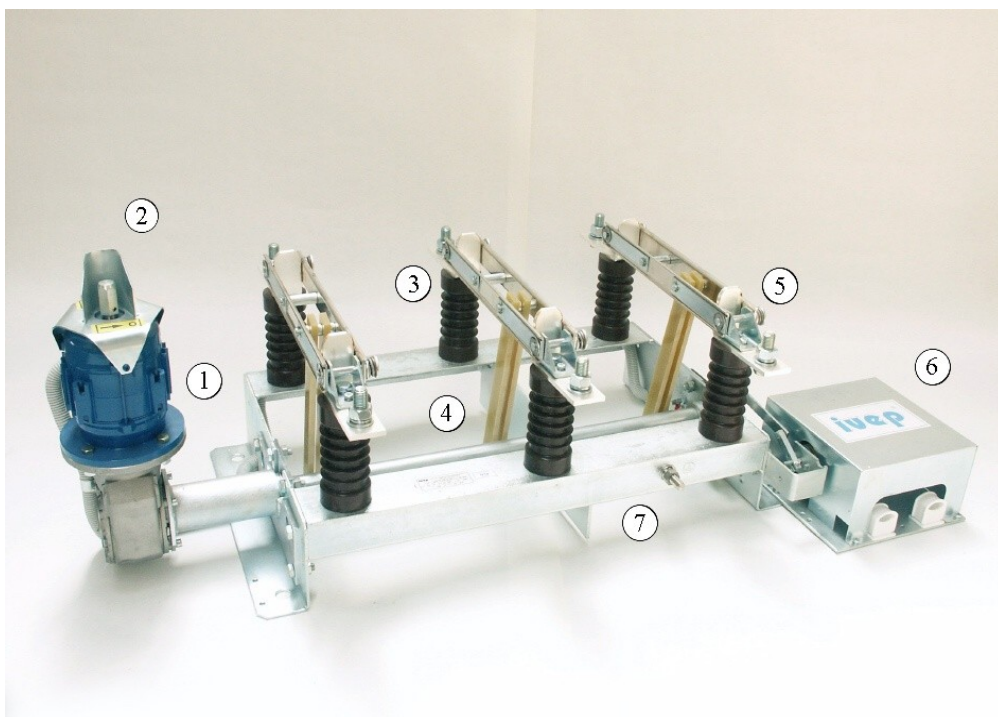
3 Výrobci a dodavatelé odpojovačů VN

3.1 IVEP a.s.

Firma IVEP je Česká společnost sídlící v Brně. Její produktové portfolio včetně služeb je zaměřeno především na oblast energetiky. Kromě uvedeného výrobního programu je IVEP a.s. schopen zajistit i výrobu modifikací a speciálních provedení podle přání zákazníků. Výrobky této firmy jsou úspěšně aplikovány nejen v České a Slovenské republice, ale i ve více jak 40 zemích světa.

3.1.1 Vnitřní odpojovače typu QAK (IVEP)

Odpojovače typ QAK a uzemňovače typ QZ vyhovují normám ČSN EN 62271-1, ČSN EN 62 271-102-„ODPOJOVAČE A UZEMŇOVAČE NA STŘÍDAVÝ PROUD“. Tato norma platí pro odpojovače a uzemňovače střídavého proudu pro napětí nad 1kV vnitřního a venkovního provedení.

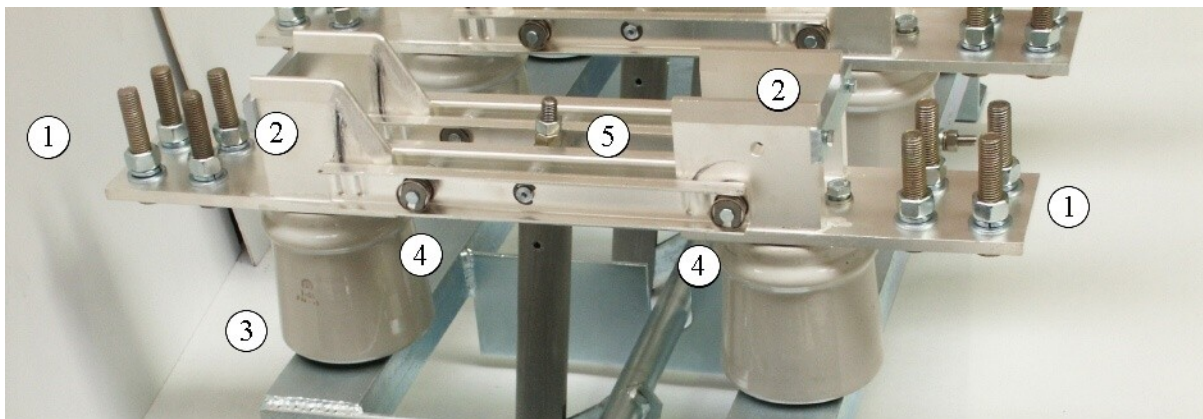


Obr. 2 Vnitřní odpojovač IVEP typ QAK 25 kV; 630 A, provedení FE [3]

1. Elektromotor
2. Rozšíření el. pohonu o nouzový ruční pohon
3. Nosný izolátor
4. Pohyblivý izolátor kontaktů
5. Kontakt odpojovače
6. Svorkovnice a koncové spínače detekce polohy
7. Nosný rám

3.1.1.1 Proudovodná dráha

Proudovodná dráha je umístěna na nosných izolátorech dimenzovaných podle jmenovitého napětí, požadované délky dráhy svodového proudu a znečištění.



Obr. 3 Proudovodná dráha vnitřního odpojovače VN(IVEP – QAK) [3]

1. Svorky pro proudovodné připojení
2. Pevné kontakty
3. Izolátor
4. Přítlačné pružiny
5. Proudovodné rameno pohyblivého kontaktu

Proudovodná dráha odpojovače je tvořena elektrovednou mědí (99,9% Cu) na povrchu postříbřenou. Jednotlivé části proudovodné dráhy: svorky pro připojení vnějších vodičů (1) musí zajišťovat vhodný kontakt, aby se spoj nepřehříval výkonem na přechodovém odporu. Rameno odpojovače (5) zajišťuje spoj s pevným kontaktem (2) tak, aby docházelo k rozrušení cizích vrstev, které by jinak zvýšily přechodový odpor. Tento efekt a stabilní kontaktní sílu zajišťují nezávislé korozi-vzdorné tlačné pružiny (4), které vytvářejí potřebný tlak k rozrušení těchto vrstev a k zajištění spolehlivého kontaktu. Pro zajištění lepší odolnosti vůči dynamickému proudu se paralelně řadí více kontaktních míst.

3.1.1.2 Izolační podpěry

Přívodní svorky s pevnými kontakty jsou upevněny na podpěrných izolátorech z profilované epoxidové pryskyřice o vysoké mechanické a elektrické pevnosti.

3.1.1.3 Základní rám s příslušenstvím

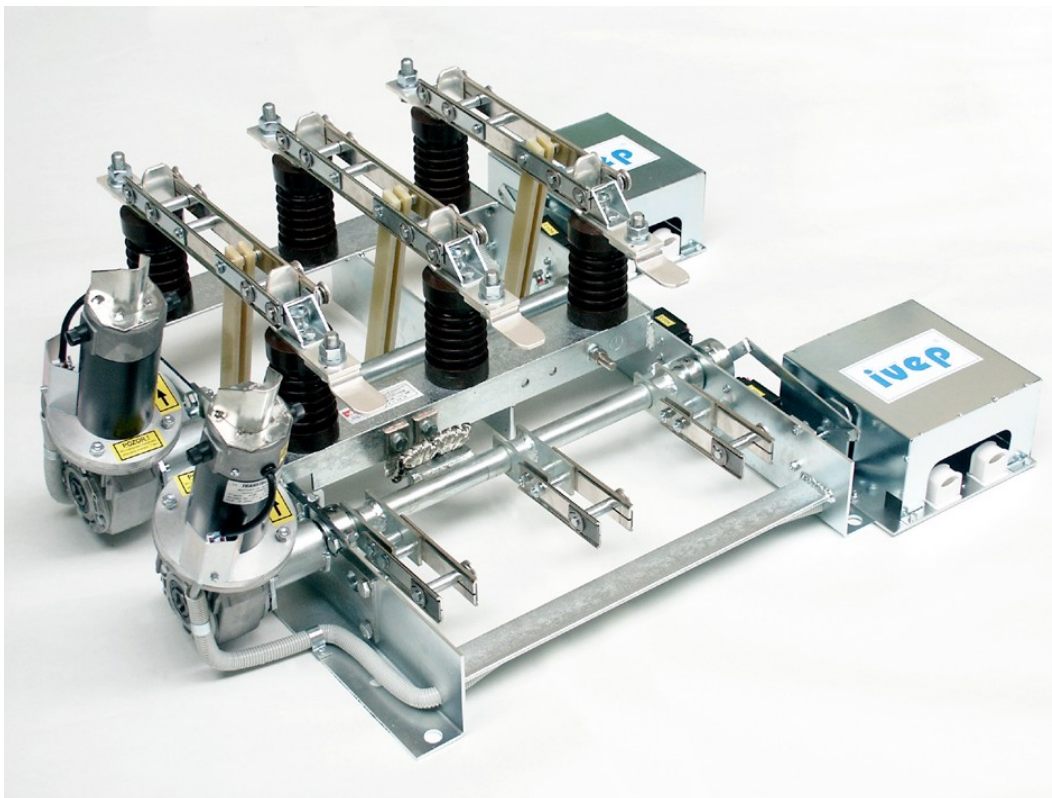
Rám je nosnou částí odpojovače. Konstrukční nosné prvky jsou z válcovaných profilů a ocelových plechů s povrchovou ochranou proti korozi galvanickým zinkováním. Součástí rámu je otočná hřídel s ložisky.

V základním provedení je umístěna pohonná jednotka na levé nebo pravé straně rámu odpojovače. Jeho polohu lze specifikovat při objednání odpojovače. Pracovní poloha všech provedení přístrojů je libovolná. Úhel otáčení výstupního hřídele je 90°.

3.1.1.4 Mechanismus uzemňovacího nože

V rámu uložená hřídel s uzemňovacími noži je vodivě spojena slaněným flexibilním páskem s rámem, který je na potenciálu země.

Uzemňovač je dimenzován na stejný zkratový proud jako odpojovač.



Obr. 4 Vnitřní odpojovač s uzemňovačem IVEP typ QAKZ 25 kV; 630 A, provedení FE [3]

3.1.1.5 Elektromotorové pohony

Pro ovládání odpojovačů se používá elektromotor, který se montuje na bok rámu. V základním provedení je umístěna pohonná jednotka na levé straně rámu odpojovače. Jeho polohu lze specifikovat při objednání odpojovače. Pracovní poloha motoru je libovolná u typu FE - možnost natáčení pohonu kolem své osy a úhel natočení pohonu lze nastavit podle potřeby. Při natáčení pohonu se nezasahuje do seřízení odpojovače nebo uzemňovače. Úhel otáčení výstupního hřídele je 90°.

Ovládací pohonné jednotky odpojovače a uzemňovače jsou namontovány a seřizeny ve výrobním závodě. Dálkové ovládání, signalizaci a blokování zpracovává pro celou rozvodnu projektant.

Napájecí kabely elektromotorů, ovládacích jednotek odpojovače a uzemňovače jsou vyvedeny na svorkovnici umístěnou v bloku řízení, překrytou kovovým krytem.

V bloku řízení jsou umístěny:

- svorkovnice k jejímž svorkám jsou připojeny koncové (reverzační) spínače a napájení motoru.
- pomocný signalizační spínač.
- izolační kabelové příchytky

Příslušenství elektromotorických pohonů [3]

Koncové (reverzační) spínače u odpojovačů a uzemňovačů, jsou řešeny dvěma kontaktními jednotkami, upevněnými na rámu pohonné jednotky odpojovače a uzemňovače. Koncové spínače slouží pro reverzaci a nastavení zapnuté a vypnuté polohy přístroje.

Pomocný (signalizační) spínač je ovládán pomocí pákového převodu od hlavního hřídele odpojovače, nebo uzemňovače. Může mít maximálně 11 zapínacích, 11 vypínacích a 2 přechodové kontakty (podle nastavení zapínací nebo vypínací kontakt).

Bloky řízení a signalizace jsou zakryty kovovými kryty.

- Typ FE - kompaktní a flexibilní provedení
- možnost natáčení pohonu kolem své osy
 - úhel natočení pohonu lze nastavit podle potřeby
 - při natáčení pohonu se nezasahuje do seřízení odpojovače nebo uzemňovače
- Typ FP - pohon i signalizace umístěny na jedné straně přístroje
- menší prostorová náročnost
 - svorkovnice, signalizace a pohon tvoří jeden celek
- Typ F - motorová jednotka pevně spojena s rámem přístroje
- oddělená svorkovnice od pohonu
- Typ FM - svorkovnice, signalizace a pohon tvoří jeden celek
- minimalizovaná celková šířka odpojovače
 - nízká hmotnost

Nouzová ruční manipulace [3]

Ovládací pohonné jednotky odpojovačů QAK a QAKZ jsou vybaveny mechanismem, umožňující nouzovou ruční manipulaci. Konstrukce mechanismu nouzové ruční manipulace se provádí v závislosti na dispozičním umístění odpojovače v kobce, přístupnosti a požadavku obsluhy na komfortnost nouzového ovládání.

Ovládání izolační výsuvnou tyčí – Tento způsob ovládání je vhodný pro odpojovače umístěné na čelní stěně kobky – hřídel odpojovače je horizontální.

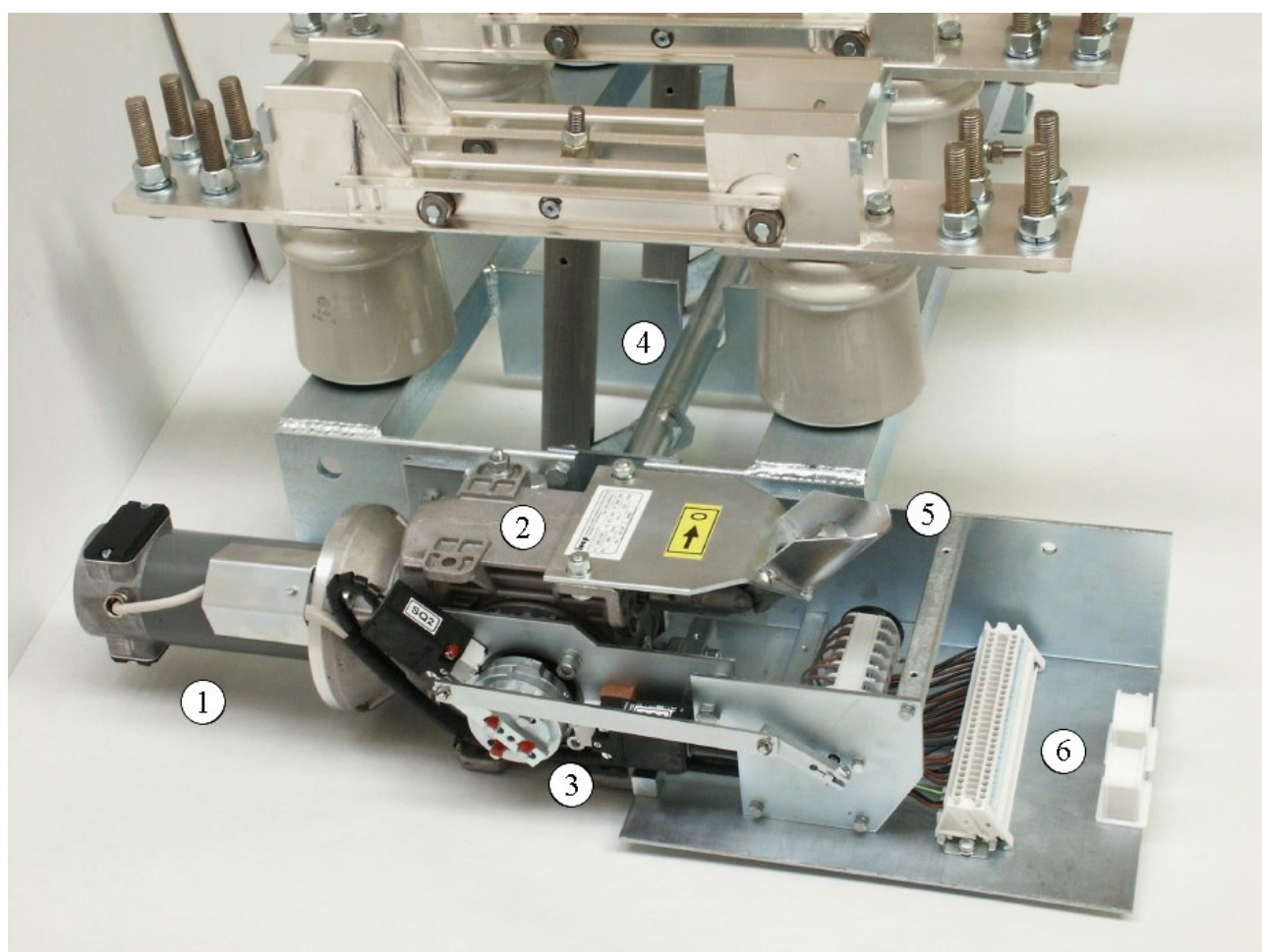
Izolační manipulační tyče zakončené klíčovým nástavcem s kloubem se standardně dodávají v délkách: 1,5; 2; 2,5; 3; 3,5 a 4 m. Nejkratší manipulační tyč je možno dodat v délce 1,35 metru. Délka rukojeti manipulační tyče 430 mm je stejná u všech typů a délek izolačních manipulačních tyčí typu IMT. Počet tyčí pro celou rozvodnu určuje projektant a je dán počtem odpojovačů a stavebním provedením rozvodny.

Ovládání krátkou manipulační klikou – Ovládání v tomto provedení je vhodné pro odpojovače umístěné na čelní stěně kobky kdy horizontální hřídel je ve větší výšce než 2 m. Horní výšková hranice není tímto limitována. Mechanismus nouzového ovládání je doplněn o přídatnou manipulační

tyč z izolačního materiálu s kloubem a ovládacím šestihranem. Tyč podpírá stavitelné ložisko namontované na stěně kobky. Tento mechanismus je doplněn krátkou manipulační klikou s kloubem.

Ovládání odpojovačů v kobce kdy horizontální hřídel je níže, než 2 m – Minimální výška hřídele odpojovače nad podlahou 0,75 m. Ovládací pohonná jednotka odpojovače je doplněna o pevně zabudovaný naváděč s hřídelí. V tomto případě je provedení nouzového ovládání dvakrát kloubově lomené. Přídavná hřídel může být zakončena a doplněna o přídavné manipulační prvky. Ovládání je buď pomocí výsuvné izolační tyče, nebo krátkou kovovou klikou.

Ovládání odpojovačů ve výšce pod 0,75 m – Je-li hřídel odpojovače umístěna ve výšce pod 0,75 m, tak i v případě dvakrát kloubově lomeného nouzového výstupu je ovládání nepohodlné. V tomto případě lze pohonnou jednotku otočit o 180° kdy naváděč s hřídelí směřuje vzhůru.



Obr. 5 Elektromotorický pohon IVEP - SP-CB 50 (typ FP) na vnitřním odpojovači [3]

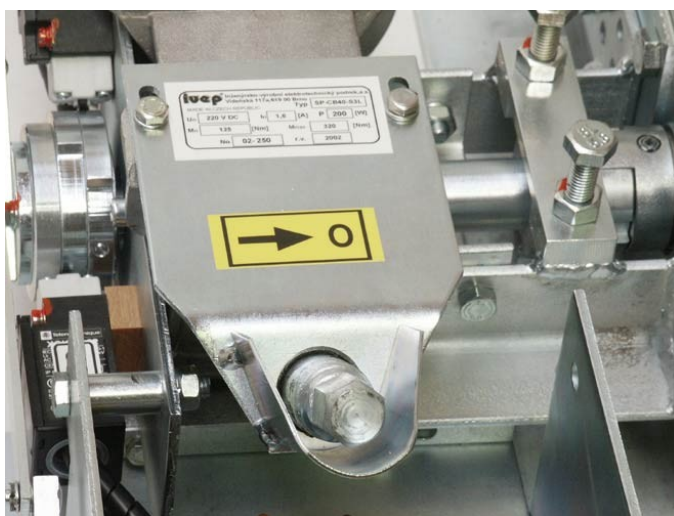
- | | |
|-----------------------------------|--------------------|
| 1. Elektromotor | 4. Výstupní hřídel |
| 2. Převodovka | 5. Ruční pohon |
| 3. koncové spínače detekce polohy | 6. Svorkovnice |

Pohyb z pohonu se přenáší převodovkou na hřídel, která působí přes páku na pohyblivý izolátor manipulující s kontakty. Tento pohyb je plynulý, proto nedochází ke zvýšenému namáhání izolátorů.

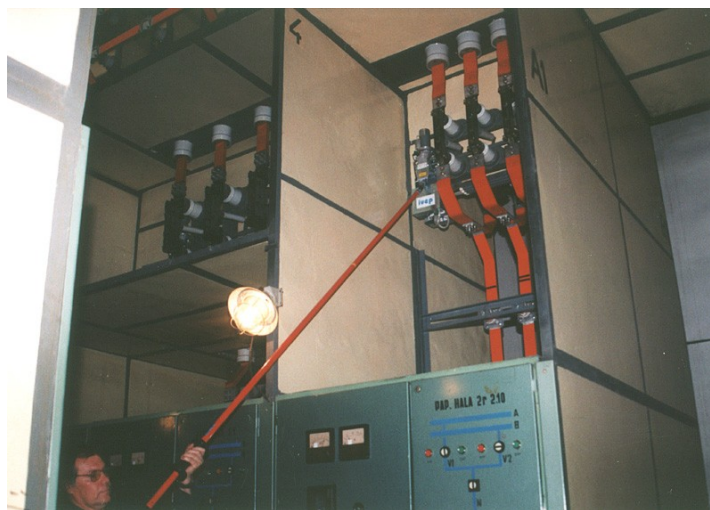
Základem pohonné jednotky je převodový mechanismus, upevněný k rámu odpojovače, na kterém je uchycen elektromotor. Koncové spínače k detekování polohy a svorkovnice mohou být namontovány z opačné strany rámu odpojovače.

Motor se ovládá tlačítky z ovládacího panelu, který obsahuje jističe, stykače i blokovací logiku, která kontroluje, zda je možné odpojovač zapnout.

V případě, kdy elektromotor je mimo provoz, ať z důvodu výpadku napájení, nebo poruchy samotného motoru, je k dispozici napojení pohonu na kliku, pomocí které můžeme odpojovač obsluhovat.



Obr. 6 Detail mechanismu pro nouzovou ruční manipulaci (IVEP) [3]



Obr. 7 Ukázka nouzového ovládání odpojovačů nebo izolační manipulační tyčí (IVEP) [3]

3.1.1.6 Ovládací napětí

Elektromotorické pohony odpojovačů QAK, jsou osazeny ovládacími pohonnými jednotkami, které mají motory s napájecím napětím 3 PEN 50 Hz 400 V AC;

48 V DC; 110 V DC; 220 V DC; 230 V AC.

Elektrický pohon na stejnosměrné napětí je vhodný z důvodu bateriového zálohování, kdy i při výpadku elektrické energie lze ovládat odpojovače motorem.

3.1.1.7 Základní podmínky použití

Standardní odpojovače QAK, QAKZ a uzemňovače QZ jsou určeny pro provoz ve vnitřním prostředí do normálních pracovních podmínek podle ČSN EN 60694:2000 (STN EN 60694) idt IEC 694:

Nejvyšší teplota okolí: + 40° C

Nejnižší teplota okolí: - 15°C

Maximální nadmořská výška: 1000 m

Průměrná relativní vlhkost za 24 hodin: max. 95%.

3.1.1.8 Technická data odpojovače řady QAK

Jmenovité napětí	1,2 – 36 kV
Jmenovitý proud	400 – 160 000 A
Jmenovitý krátkodobý proud 1s (3s)	16 – 100 kA
Jmenovitý dynamický proud	40 – 250 kA
Jmenovitá frekvence	50 Hz (16 Hz, 60 Hz)
Mechanická odolnost	2000, 5000, 10 000, cyklů
Minimální životnost	40 (let)
Typ pohonu	Ruční, ruční přes převodovku, motorové
Typ motoru	12VDC, 24VDC, 48VDC, 60VDC, 110V DC, 220V DC, 230V AC, 400V AC
Signalizace poloh	Koncové spínače (každý zvlášť na pozici), přímo na hlavní hřídeli, vačkové spínače (vysoká zatížitelnost)
Typ izolátorů	Epoxidové, porcelánové (dle požadavku)
Provedení, počet pólů, příslušenství	dle požadavku

Izolační hladiny:

Jmenovité napětí při atmosférickém impulsu:

- v odpojovací dráze 85 - 210 kV

- proti zemi, mezi póly a mezi rozpojenými kontakty. 75 - 180 kV

Jmenovité jednominutové krátkodobě výdržné napětí průmyslového kmitočtu za sucha a za deště

- v odpojovací dráze 32 - 90 kV

- proti zemi, mezi póly a mezi rozpojenými kontakty 28 - 80 kV

3.1.2 Venkovní odpojovače typu KBE (IVEP)

Odpínače a odpojovače KBE vyhovují normám ČSN EN 62 271-1 eqv. IEC 62 271-1:2007, ČSN EN 62 0271-102 eqv. IEC 62 271-102:2001. Tato norma platí pro odpojovače a uzemňovače střídavého proudu pro napětí nad 1kV vnitřního a venkovního provedení.

Izolace vyhovuje pro oblast stupně znečištění I. bez údržby podle ČSN 33 0405.

3.1.2.1 Popis přístroje

Odpínače a odpojovače KBE 3 slouží k viditelnému odpojení úseků sítí za účelem oprav, revizí a ochraně osob. Odpínače a odpojovač typ KBE 3P je kombinací odpojovače a pojistkového spodku, který slouží jako ochrana proti zkratu a nadproudům. Odpojovač KBEZ 3D slouží k viditelnému odpojení a uzemnění úseků sítí.

Pracovní poloha odpojovačů a odpínačů řady KBE může být vodorovná, nebo svislá. Odpínače nebo odpojovače typů KBE 3 je možné na přání zákazníka doplnit omezovači přepětí, které jsou montovány na držáky, připevněné na ocelovém rámu přístroje. Přitom je možné držáky omezovačů montovat před přístroj, nebo za něj. Připojovací svorky omezovačů jsou spojeny se svorkami přístroje. Příklady z vedení, případně kabelová oka, se zpravidla připojí k omezovačům přepětí.

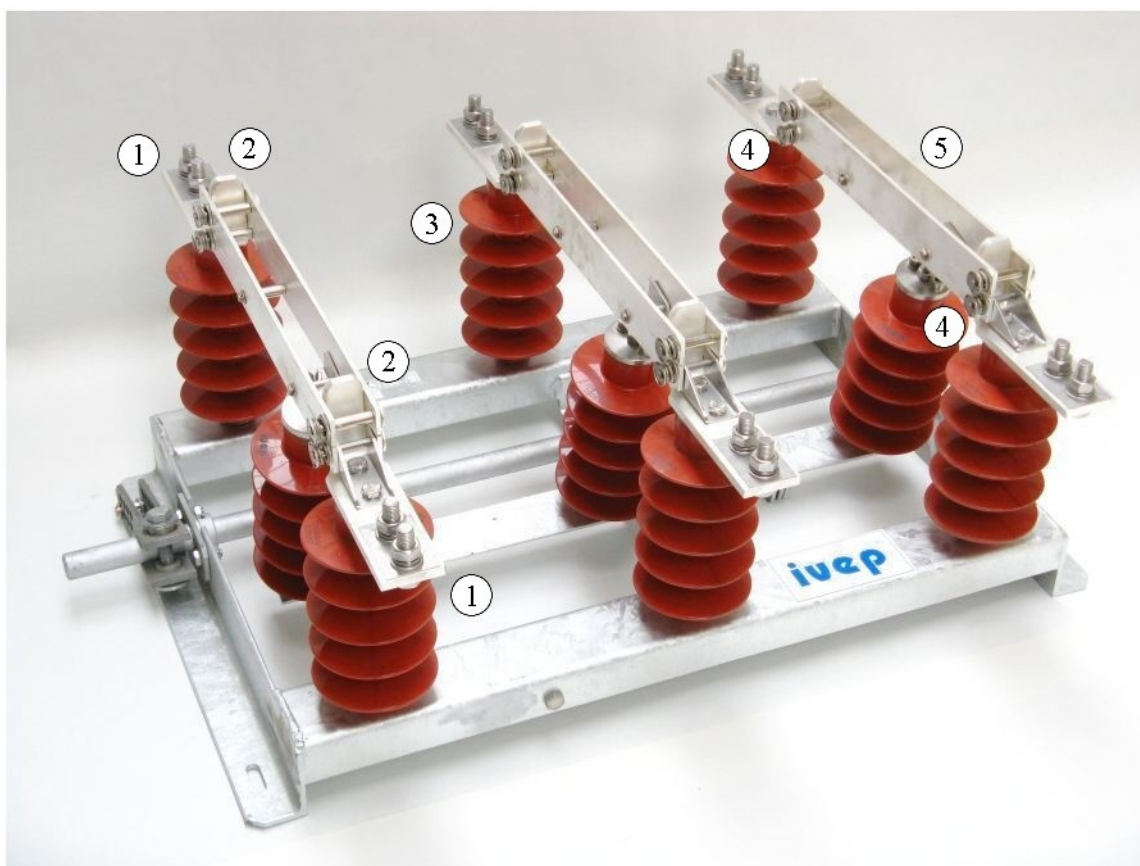
Proudovodnou dráhu tvoří paralelní kontaktní nože, pružinové kontaktní systémy a kontaktní držáky s připojovacími praporce, které jsou namontovány na porcelánové nebo epoxidové podpěrné izolátory. Kontaktní systém s izolátory je namontován na ocelovém rámu, který je společný pro tři fáze přístroje.

Měděné a postříbřené proudovodné části, nerezové kontaktní pružiny, nerezový spojovací materiál v proudovodné dráze a žárově zinkované ocelové rámy společně se žárově zinkovanými součástmi pohonu a jeho spojovacího materiálu zajišťují vysokou korozivní odolnost přístroje ve venkovním prostředí.

3.1.2.2 Proudovodná dráha

Proudovodnou dráhu tvoří paralelní kontaktní nože, pružinové kontaktní systémy a kontaktní držáky s připojovacími praporce, které jsou namontovány na porcelánové nebo epoxidové podpěrné izolátory dimenzované podle jmenovitého napětí, požadované délky dráhy svodového proudu a znečištění.

Proudovodná dráha odpojovače je tvořena elektrovodnou mědí (99,9% Cu) na povrchu postříbřenou. Svorky pro připojení vnějších vodičů (1) musí zajišťovat vhodný kontakt, aby se spoj nepřehříval výkonem na přechodovém odporu. Rameno odpojovače (5) zajišťuje spoj s pevným kontaktem (2) tak, aby docházelo k rozrušení cizích vrstev, které by jinak zvýšily přechodový odpor. Tento efekt a stabilní kontaktní sílu zajišťují nezávislé korozivzdorné tlačné pružiny (4), které vytvářejí potřebný tlak k rozrušení těchto vrstev a k zajištění spolehlivého kontaktu.



Obr. 8 Venkovní odpojovač IVEP typu KBE 3 [3]

1. Svorky pro proudovodné připojení
2. Pevné kontakty
3. Izolátory
4. Přítlačné pružiny
5. Proudovodné rameno pohyblivého kontaktu

3.1.2.3 Izolační podpěry

Pevné kontakty s přívodními svorkami jsou upevněny na podpěrných izolátorech z epoxidové pryskyřice o vysoké mechanické a elektrické pevnosti s vyprofilovanými stříškami proti dešti.

3.1.2.4 Základní rám s příslušenstvím

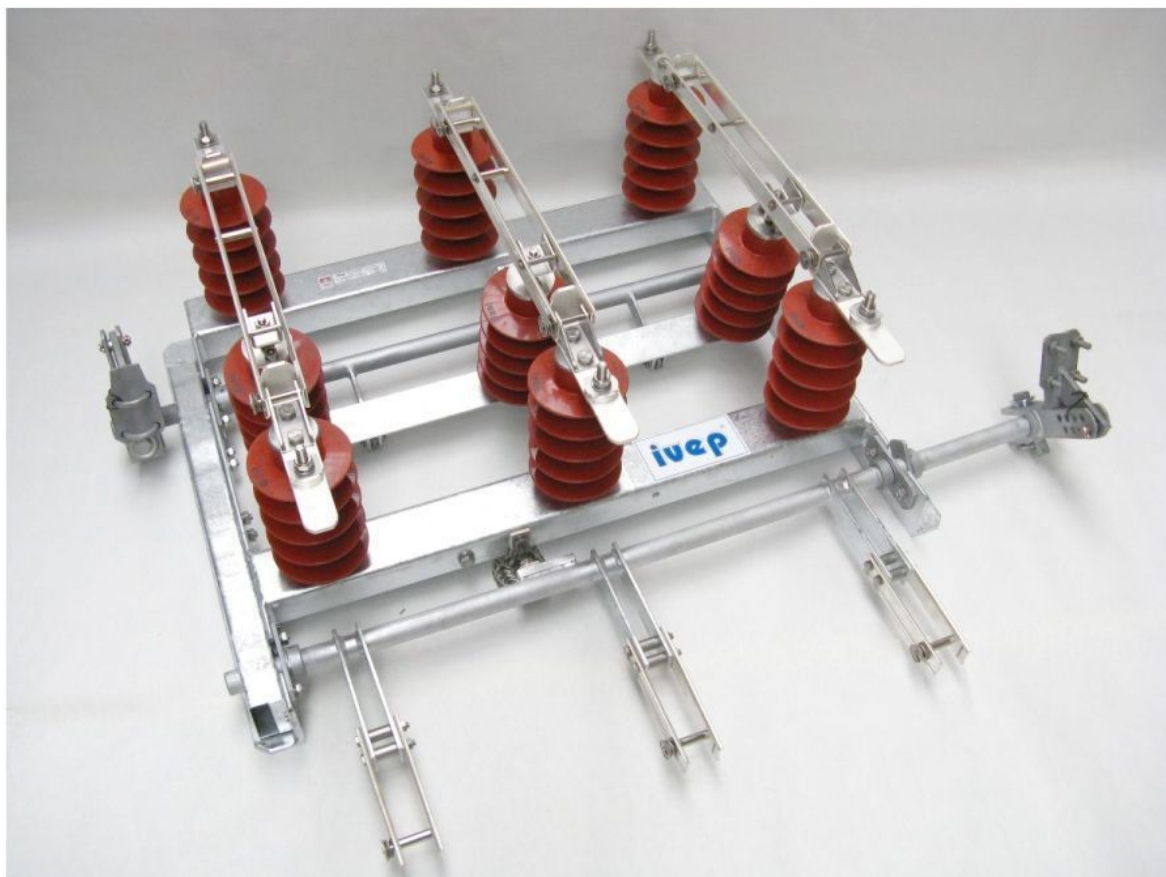
Rám je nosnou částí odpojovače. Konstrukční nosné prvky jsou z válcovaných „U“ profilů a ocelových plechů s povrchovou ochranou proti korozi žárovým zinkováním. Součástí rámu je otočná hřídel s ložisky. Tato konstrukce tvoří stabilní základ pro izolátory a mechanismus odpojovače.

V základním provedení je umístěn pákový mechanismus na levé straně rámu odpojovače. Jeho polohu lze specifikovat při objednání odpojovače. Pracovní poloha všech provedení přístrojů je libovolná. Úhel otáčení výstupního hřídele je 90°.

3.1.2.5 Mechanismus uzemňovacího nože

Uzemňovací nože jsou uchyceny na hřídel uloženou v rámu. Hřídel je vodivě spojena slaněným flexibilním vodičem s rámem, který je uzemněn.

Uzemňovač je dimenzován na stejný zkratový proud jako odpojovač. Pohyb uzemňovacích nožů umožňuje pákový mechanismus na hřídeli.



Obr. 9 Venkovní odpojovač IVEP typu KBE s uzemňovačem [3]

3.1.2.6 Systém pohonu

Pro manipulaci s venkovním odpojovačem převažuje ruční pohon. Tyto odpojovače jsou užívány k odpojení zařízení a vedení pouze výjimečně při údržbě, nebo opravách. To značí, že motorové pohony se nevyplatí, protože není třeba častá manipulace s těmito odpojovači.

Ruční pohon je konstrukčně řešen pro montáž na dřevěný, betonový, nebo příhradový ocelový stožár. Pohyb pohonu je přenášen trubkovými táhly na ovládací páku umístěnou na hřídeli přístroje. Táhla jsou vedena kyvnými ložisky upevněnými ke sloupu. Pohon s táhly je zajištěn v krajních polohách proti samovolnému pohybu, vyvolaného zemskou tíží, nárazy nebo zemětřesením a zajištěné zámkem proti neoprávněné manipulaci.

3.1.2.7 Základní podmínky použití

Odpínače a odpojovače KBE 3 jsou určeny pro provoz ve venkovním prostředí.

Nejvyšší teplota okolí	+ 50 °C
Nejnižší teplota okolí	- 50 °C
Relativní vlhkost vzduchu	100 %
Tlak větru nepřesáhne	700 Pa (34 m/s)
Tloušťka ledu nepřesáhne	20 mm (třída 20)
Nadmořská výška	do 1000 m

Při použití nad 1000 m se použije korekční činitel pro jmenovité napětí 1500 m - 0,95 a 3000 m - 0,80
Stupeň oblasti znečištění dle ČSN 33 0405 : I. bez údržby

3.1.2.8 Technická data odpojovače řady KBE

Jmenovité napětí	U_r	25 - 38,5 kV
Jmenovitý proud	I_r	630 A
Jmenovitý krátkodobý proud 1s (3s)	I_k	20 kA
Jmenovitý dynamický proud	I_p	50 kA
Jmenovitá frekvence	f_r	50 Hz (16 Hz, 60 Hz)
Spínání nezatíženého transformátoru		400 kVA
Mechanická odolnost		5000 cyklů
Minimální životnost		40 (let)
Typ pohonu		Ruční
Typ izolátorů		Epoxidové, porcelánové (dle požadavku)
Hmotnost přístroje		
s porcelánovými izolátory		114 – 185 kg
S epoxidovými izolátory		60 – 130 kg

Izolační hladiny:

Jmenovité napětí při atmosférickém impulsu:

- v odpojovací dráze	210 kV
- proti zemi, mezi póly a mezi rozpojenými kontakty.	180 kV

Jmenovité jednominutové krátkodobě výdržné napětí průmyslového kmitočtu za sucha a za deště

- v odpojovací dráze	90 kV
- proti zemi, mezi póly a mezi rozpojenými kontakty	80 kV

[3]

3.2 ABB

ABB je přední světová firma, poskytující technologie pro energetiku a automatizaci, které umožňují energetickým a průmyslovým podnikům zvyšovat výkonnost při současném snížení dopadu jejich činnosti na životní prostředí.

V České republice působí ABB prostřednictvím svých výrobků již od roku 1970. České ABB má možnost využití mezinárodního know-how, nejnovější výsledky výzkumu a vývoje globální společnosti. Svým zákazníkům nabízí přidanou hodnotu v podobě silného zázemí vlastních inženýrských a servisních center a dlouhodobých zkušeností tradičních českých výrobců.

3.2.1 Odpojovače typu OJON (ABB)

Kompaktní rozměry, přímé proudovodné dráhy, dvou-nožová konstrukce a izolátory z epoxidové pryskyřice, jsou standardem všech odpojovačů typu OJON. Kontaktní tlak je zajištěn tlačnými pružinami působící na nože.

Postříbření chrání kontakty před stárnutím a nadměrným oteplováním. Vzhledem k dvounožové konstrukci, zůstávají síly, potřebné k manipulaci s ramenem odpojovače, průměrné i při konstrukcích pro vysoké hodnoty přenášeného proudu.

Rysy odpojovačů OJON

- Vysoká zkratová odolnost
- Přizpůsobitelné ovládání
- Možnost připojit hliníkové přípojnice
- Kompaktní provedení
- Stříbřená proudovodná dráha a kontakty
- Izolátory z epoxidové pryskyřice
- Přímá proudovodná dráha
- Dvounožová konstrukce
- Červené rameno odpojovače – zviditelněná pozice nožů

3.2.1.1 Montáž

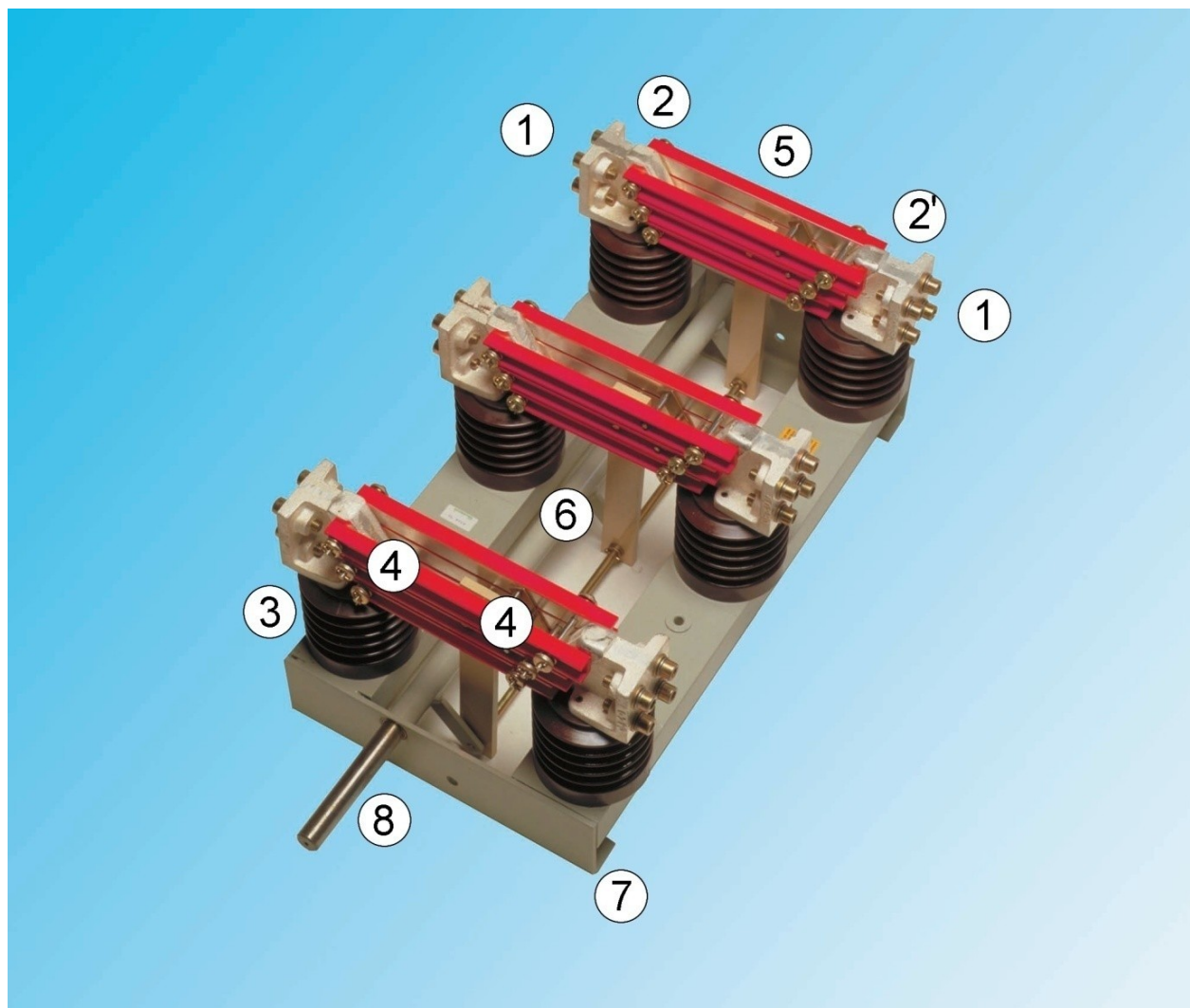
Odpojovače se obvykle montují ve svislé poloze s osou otáčení nožů ve spodní části. Další polohy jsou také možné, ale nože se musejí uzamknout v požadované pozici.

Nástěnné montáži s noži ve vodorovné poloze, je nutno se vyhnout, kvůli ohybu nožů mimo zapínací dráhu a kontakty.

Odpojovač je možné namontovat bez nutnosti distančních podpěr – pákový mechanismus nezasahuje pod rám zařízení.

3.2.1.2 Proudovodná dráha

Proudovodnou dráhu tvoří paralelní kontaktní nože s pružinovými přitlaky, kontaktní držáky s připojovacími praporci, které jsou namontovány na epoxidové podpěrné izolátory. Postříbření chrání kontakty před stárnutím a nadměrným oteplováním vlivem přechodového odporu.



Obr. 10 Vnitřní odpojovač ABB typu OJON [4]

- | | |
|------------------------------------|--|
| 1. Sorky pro proudovodné připojení | 5. Proudovodné rameno pohyblivého kontaktu |
| 2. Pevný kontakt s čepem | 6. Pohyblivý izolátor kontaktů |
| 2'. Pevný dosedací kontakt | 7. Rám |
| 3. Izolátory | 8. Manipulační hřídel |
| 4. Přítlačné pružiny | |

3.2.1.3 Základní podmínky použití

Odpojovače jsou určeny pro provoz ve vnitřním prostředí, do normálních pracovních podmínek. Splňují normu IEC 129 (1984).

Nejvyšší teplota okolí: + 35° C

Nejnižší teplota okolí: - 25°C

Maximální nadmořská výška: 1000 m

Průměrná relativní vlhkost za 24 hodin: max. 95%.

Musí být zabráněno výskytu vysokých koncentrací prachu, kouře, žíravých výparů a vlhkosti.

3.2.1.4 Technická data odpojovače řady OJON

Nejvyšší provozní napětí	1 kV	3,6 kV	12 kV	24 kV
Výdržné napětí				
atmosférického impulsu (1,2/50μs)				
v odpojovací dráze	23	46	85	145
mezi fázemi a proti zemi	20	40	75	125
výdržné napětí průmyslového kmitočtu 1 min				
v odpojovací dráze	12	12	32	60
mezi fázemi a proti zemi	10	10	28	50

Tabulka 2. Výdržné napětí odpojovačů VN firmy ABB podle IEC 694

Jmenovité napětí	1 – 24 kV
Jmenovitý proud	630 – 4000 A
Jmenovitý krátkodobý proud 1s (3s)	20 – 60 kA
Jmenovitý dynamický proud	80 – 150 kA
Jmenovitá frekvence	50 Hz
Minimální životnost	40 (let)
Typ pohonu	Ruční, ruční přes převodovku, motorové
Ovládací moment	40 – 160 Nm
Váha	20 – 109 kg
Signalizace poloh	Koncové spínače, přídavné vačkové spínače
Typ izolátorů	Epoxidové,

[4]

4 Závěr

Porovnání produktů firmy IVEP a ABB

Pro porovnání jsem vybral tyto vnitřní odpojovače

IVEP – QAK 12/4000

ABB – OJON 3-12A4000.

Parametr	IVEP – QAK 12/4000	ABB – OJON 3-12A4000
Jmenovité napětí	12 kV	12 kV
Jmenovitý proud	4000 A	4000 A
Jmenovitý krátkodobý proud 1s	63 kA	60 kA
Jmenovitý dynamický proud	160 kA	150 kA
Jmenovité výdržné napětí střídavé Proti zemi a mezi póly (50 Hz / 1 min)	28 kV	28 kV
Jmenovité výdržné napětí střídavé V odpojovací dráze (50 Hz / 1 min)	32 kV	32 kV
Jmenovité výdržné napětí při atmosférickém impulsu Proti zemi a mezi póly (1,2/50μs)	75 kV	75 kV
Jmenovité výdržné napětí při atmosférickém impulsu V odpojovací dráze (1,2/50μs)	85 kV	85 kV
Nejvyšší teplota okolí	+40°C	+35°C
Nejnižší teplota okolí	-15°C	-25°C

Z tabulky je patrný rozdíl hodnoty jmenovitého krátkodobého proudu. Tento proud musí odpojovač vydržet po dobu 1s (někdy se udávají 3s) bez poškození. Odpojovač firmy IVEP vydrží jmenovitý krátkodobý proud hodnoty 63 kA. Oproti tomu odpojovač firmy ABB vydrží 60 kA. Tento rozdíl je přibližně 5%.

Další lišící se hodnota je jmenovitý dynamický proud - vrcholová hodnota proudu zkratu, včetně přechodové složky, kterou může odpojovač vydržet. Odpojovač firmy IVEP vydrží jmenovitý dynamický proud 160 kA, přičemž odpojovač ABB 150 kA. Tento rozdíl je přibližně 6,5 %

Odpojovač firmy IVEP typu QAK 12/4000 je proudově odolnější a pro vyšší provozní teploty než odpojovač ABB typu OJON 3-12A4000. Proto by byl lepší volbou, pro zajištění spolehlivosti v obvodech s vysokými zkratovými proudy pro oblasti mírného pásu.

Nižší provozní teploty odpojovače ABB typu OJON 3-12A4000 jsou vhodné pro severské oblasti.

5 Použitá literatura

- [1] Helštýn, Kačor, Hytka.: *El. přístroje spínací ochrany a jistící*, skriptum VŠB-TU, Ostrava 2003
- [2] Ing. Otto Havelka, a kolektiv.: *Elektrické přístroje*, SNTL Praha 1985
- [3] Firemní literatura IVEP a.s., 2013, www.ivep.cz
- [4] Firemní literatura ABB, 2013, www.abb.cz